

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2018

Ville Rantanen

PILAANTUNEIDEN MAIDEN JA TEOLLISUUDEN JÄTTEIDEN VASTAANOTTO JA KÄSITTELY

- Lassila & Tikanoja Oyj

Ville Rantanen

PILAANTUNEIDEN MAIDEN JA TEOLLISUUDEN JÄTTEIDEN VASTAANOTTO JA KÄYTTÖ

- Lassila & Tikanoja Oyj

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata Lassila & Tikanoja Oyj:n ympäristörakentamisen yksikön pilaantuneiden maiden ja teollisuuden jättemateriaalien vastaanotto ja käyttöprosessi, sekä tutkia prosessin vaiheiden merkitystä kokonaisuuden kannalta ja esittää parannusehdotuksia toimintaan.

Työn teoriaosuudessa esitellään pilaantuneiden maiden puhdistusta ja jättemateriaaleja koskevaa lainsäädäntöä, maaperän pilaantuneisuuden määritelmää ja jättemateriaalien käsittelymenetelmiä. Tutkimusosuudessa kuvataan L&T:n jättemateriaalien vastaanottoprosessi asiakkaan tarjouspyynnöstä materiaalin loppukäyttöön

Tutkimuksen perusteella hyötykäytön tavoitteen korostamisella esimerkiksi pilaantuneiden maiden kunnostusprosessin kaikissa vaiheissa, jättemateriaalien hinnoittelun käyttäminenä taloudellisena ohjauskeinona, sekä yhtä kunnostusurakkaa pidemmälle ulottuvalla suunnittelulla voitaisiin ohjata materiaaleja paremmin hyötykäyttöön kaatopaikkasijoituksen sijaan. Lisäksi materiaalien tarkemmalla hinnoittelulla voitaisiin saavuttaa niiden käsittelykustannuksia paremmin vastaava hintataso.

ASIASANAT:

Pilaantunut maa, ympäristörakentaminen, hyötykäyttö

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Energy and Environmental Technology

2018 | 38 + 2 pages

Ville Rantanen

INBOUND LOGISTICS AND UTILIZATION OF CONTAMINATED SOIL AND INDUSTRIAL WASTE

- Lassila & Tikanoja Oyj

The objectives of the thesis are to describe the inbound and utilization process of the environmental construction unit of Lassila & Tikanoja regarding contaminated land and industrial waste materials, to study the importance of each part of the process, and to suggest improvements.

The theoretical part of the study presents the remediation process of contaminated soil, relevant legislation, the concept of soil and waste management methods. The research part studies the inbound waste process of Lassila & Tikanoja from the customer's request for quotation to the landfilling or utilization of the waste.

The study shows that promoting utilization as an objective, for instance, in all phases of the soil remediation process, using waste material pricing as an economic steering instrument, and planning beyond one remediation project could direct waste materials to utilization instead of landfilling. Moreover, accurate pricing would help to achieve a more corresponding price level between materials and their expenses.

KEYWORDS:

Contaminated soil, environmental construction, utilization

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 MAALAJIT	8
3 LAINSÄÄDÄNTÖ	10
3.1 Jäte käsitteenä	10
3.2 Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista	11
3.3 Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa	11
3.4 Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista	12
4 MAAPERÄN PILAANTUMINEN	14
4.1 Pilaantuneet maaperät Suomessa	14
4.2 Pilaantuneiden maiden ja jätteiden käsittelymenetelmät	16
4.3 Pilaantuneiden maiden puhdistusprosessi	20
5 VASTAANOTTO- JA KÄYTTÖPROSESSIN VAIHEET LASSILA & TIKANOJALLA	22
5.1 Tarjouspyyntö ja toteutus suunnitelma pilaantuneiden maiden kunnostuskohteiden osalta	22
5.2 Asiakkaan työmaa kunnostuskohteiden osalta	24
5.3 Toiminta L&T:n laitoksessa	25
5.4 Teollisuuden jätemateriaalien kulku	26
6 HYÖDYNTÄMINEN JA LOPPUSIJOITUS LASSILA & TIKANOJALLA	28
6.1 Esikäsittely	28
6.2 Käsittelykustannuksista	29
6.3 Maanrakennus	33
6.4 L&T:lle tuleva maa-aines: Turun Kakolan työmaa	33
6.4.1 Projektin kuvaus	33
6.4.2 Pohdintaa projektista	34
7 LOPUKSI	35

KUVAT

Kuva 1. MATTI-kohteiden lukumäärä alueittain (Ympäristö.fi 2014)	15
Kuva 2. MATTI-kohteiden toimialajakauma 2014 (Ympäristö.fi 2014)	15
Kuva 3 MATTI-kohteiden jakautuminen tilaa ja toimenpidetarvetta kuvaaviin lajeihin (Ympäristö.fi 2014)	16
Kuva 4. Pilaantuneen maan kunnostusprosessi	21
Kuva 5. Prosessi - tarjouspyyntö ja toteutussuunnitelma	22
Kuva 6. Prosessi - asiakkaan työmaa	24
Kuva 7. Toiminta laitoksella	25
Kuva 8. Jätteiden kulku	27
Kuva 9. Raudan sekaista vaihtelevan palakoon betonia	31
Kuva 10. Palakooltaan yhdenmukaista tiiltä	32

TAULUKOT

Taulukko 1 Maalajien luonnollinen ryhmitys (Hartikainen 1995, s. 7)	8
Taulukko 2 Maalajit (Hartikainen 1995, s.7)	9

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

L&T	Lassila & Tikanoja Oyj
MARA-asetus	Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maanrakennuksessa (VNa 843/2017)
PIMA-asetus	Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (VNa 214/2007)
Pima	Pilaantunut maa

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on kuvata Lassila & Tikanoja Oyj:n pilaantuneiden maiden ja teollisuuden sivutuotteiden vastaanotto- ja käsittelyprosessi asiakkaan tarjouspyynnöstä materiaalin loppusijoitukseen tai hyötykäyttöön asti. Lisäksi tarkoituksena on tutkia prosessin eri vaiheita ja niiden vaikutuksia kokonaisuuden kannalta. Tutkimuskysymyksiä prosessikuvauksen lisäksi ovat: millainen merkitys prosessin osilla on kokonaisuuden kannalta; ja miten prosessia voisi tehostaa; ja miten materiaaleja saisi paremmin ohjattua hyötykäyttöön. Pilaantuneiden maiden lisäksi työhön on sisällytetty maanrakennukseen soveltuvia teollisuuden prosessijätteitä ja muita materiaaleja MARA-asetukseen pohjautuen. Opinnäytetyössä tarkastellaan kirjallisuuden pohjalta työn sisältämien materiaalien ominaisuuksia, käsittelytapoja, käyttötarkoituksia sekä näitä määrittävää lainsäädäntöä. Prosessin tutkimus perustuu kirjallisuuslähteiden lisäksi kirjoittajan omaan kokemukseen prosessista, sekä työntekijöiden ja urakoitsijoiden haastatteluihin.

2 MAALAJIT

Suomessa on käytössä rakennusteknisiä tarpeita varten 1970-luvulla kehitetty geotekninen maalajiluokitus, jossa maalajit luokitellaan niiden geologisen syntytytavan, raekoostumuksen ja humuspitoisuuden perusteella. Luokitus on kaksivaiheinen; maaperä jaetaan ensin geologisen syntytytavan perusteella luonnollisiin maalajiryhmiin, jotka taas jaetaan edelleen raekoostumuksen ja humuspitoisuuden perusteella geoteknisesti saman tyyppisiin maalajeihin. (Hartikainen 1995, s. 7.)

Maalajiryhmä	Ominaisuudet
Eloperäiset maalajit	Maalaji muodostuu pääsiallisesti orgaanisesta aineksesta
Hienorakeiset maalajit	Lajittuneet hienorakeiset maalajit. Hienoainespitoisuus >50%
Karkearakeiset maalajit	Lajittuneet hienorakeiset maalajit. Hienoainespitoisuus <50%
Moreenimaalajit	Lajittumattomat, sekarakeiset maalajit

Taulukko 1. Maalajien luonnollinen ryhmitys (Hartikainen 1995, s. 7)

Maalajiryhmä	Maalajin nimi	Lajitteen määrä %		
		Savi <0,002mm	Hiekka <0,06mm	Sora 2,0- 60,00mm
Eloperäiset maalajit	Turve Lieju			
Hienorakeiset maalajit	Savi	>30		
	Liejusavi	>30		
	Siltti	<30	>50	
	Liejusiltti	<30	>50	
Karkearakeiset maalajit	Hiekka		<50	<50
	Sora		<5	>50
Moreenimaalajit	Silttimoreeni		<50	>5
	Hiekkamoreeni			
	Soramoreeni		5 – 50	5 – 50
			>50	>50

Taulukko 2. Maalajit (Hartikainen 1995, s.7)

Lisäksi ylläolevat maalajit voidaan jakaa vielä rakeidensa läpimitan mukaan. Niiden raekoko vaihtelee siltistä soraan 0,002 ja 60 mm välillä.

Geoteknistä luokitusta uudempi on ISO 14688-2-luokitus, joka on EU:n jäsenmaiden yhteinen, ja johon Suomenkin on tarkoitus siirtyä. Suurin ero geotekniseen luokitukseen on se että ISO 14688-2:ssa ei ole moreenia ollenkaan. Lisäksi hienorakeisten maalajien luokituksessa käytetään ominaisuutena plastisuutta. Geoteknisen luokituksen menetelmä nimetä maalajit rakeisuuskäyrän perusteella on tässä luokituksessa korvattu kolmiolla, josta maalajille katsotaan nimi lajitepitoisuuksien perusteella. (Ronkainen 2012.)

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

Jätelaki, ympäristönsuojelulaki ja näihin liittyvät eri asetukset ohjaavat materiaalin vastaanotto-, kuljetus-, ja käsittelytoimintaa. Laki ja asetukset määräävät eri materiaali- ja jätelajien erottelun toisistaan niiden fyysisten ja kemiallisten ominaisuuksien perusteella.

3.1 Jäte käsitteenä

Jätteen määritelmä ja eri alaluokitukset ovat olennaisia jätteen käsittelyn, käyttömahdollisuuksien ja loppusijoituksen kannalta. Määritelmä jätteestä on purettavissa eri osiin. Itse jätteen määritelmä on, että sillä tarkoitetaan ”ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä” (Jätelaki 646/2011 5§). Jätelakia on täydennetty sivutuotteen määritelmällä, jossa tällä tarkoitetaan varsinaisen tuotteen valmistusprosessin yhteydessä syntyvää tuotetta. Syntyvälle sivutuotteelle on oltava jatkokäyttövarmuus ja sen on täytettävä sekä käyttötarkoitukseensa että ympäristön ja terveydensuojeluun liittyvät vaatimukset. (Jätelaki 646/2011 5§).

Erottamalla sivutuotteen käsite jätteestä, vältetään eri teollisissa prosesseissa syntyvien sivuvirtojen automaattinen jäteluokitus – ilman sivutuotteen määritelmää olisi esimerkiksi kaivos- ja rakennustoiminnan yhteydessä kaivettavaa puhdasta maa-ainesta kohdeltava aina jätteenä.

Edempänä käsiteltävän valtioneuvoston kaatopaikka-asetuksen kannalta jätteelle on määritelmät tavanomainen, vaarallinen ja pysyvä jäte. Tavanomaisella jätteellä tarkoitetaan jätettä, joka ei ole vaarallista. Vaarallisen jätteen erottaa tavanomaisesta jätteestä sen korkeammat haitta-ainepitoisuudet. Pysyvällä jätteellä tarkoitetaan jätettä, jossa ei enää kaatopaikkasijoituksen jälkeen tapahdu reaktioita aineessa itsessään tai yhteydessä ympäröivään aineeseen, ja josta ei koidu haittaa ympäristölle, pohjavedelle ja terveydelle. (VNa 331/2013.)

Mitä tulee maa-aineksiin, ne ovat aina jätettä silloin, kun niiden haitta-ainepitoisuudet ylittävät haitallisuudelle määritetyt raja-arvot. Sivutuotteen määritelmällä tätä ei voi

kiertää, koska sivutuote ei saa olla ympäristölle tai terveydelle haitallista. Mitä tulee puhtaaseen ylös kaivettuun maa-ainekseen, edelleen jätteen määritelmän perusteella, sen ei tarvitse olla jätettä, jos sille on olemassa hyödyntämiskohde.

3.2 Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista

Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista, eli ns. PIMA-asetus on 2007 voimaan tullut jätelakia ja ympäristönsuojelulakia täydentävä asetus. Asetus määrittää maaperän pilaantuneisuuden raja-arvot ja mitattavat aineet ja pitoisuudet, ja on siksi tärkeimpiä pilaantuneiden maiden vastaanoton ja käsittelyn taustalla olevia lainsäädännöllisiä ohjeita.

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi perustuu arvioon maaperästä mitattavien aineiden haitallisuudesta terveydelle ja ympäristölle. Arvioinnissa otetaan huomioon muun muassa haitallisten aineiden luonne, määrä ja sijainti; tekijät jotka vaikuttavat haitta-aineiden leviämiseen (esimerkiksi pohjaveden sijainti), sekä kohteen nykyinen ja tuleva käyttötarkoitus

PIMA-asetuksessa määritetään pilaantuneisuudelle kynnys- ja ohjearvot. Jos kaksi tai useampi haitta-aine ylittävät kynnysarvon, on maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve arvioitava. Jos taustapitoisuus on suurempi kuin kynnysarvo, käytetään kriteerinä tätä kynnysarvon sijaan. Haitta-aineiden ohjearvot taas liittyvät alueen tarkoituksen ja maaperän pilaantuneisuuden suhteeseen. Jos alemman ohje-arvon pitoisuusarvot ylittyvät, on alue pilaantunut silloin kun se on muussa kuin teollisuus-, varasto-, liikenne- tai muussa vastaavassa käytössä. Edellä mainitut alueet taas ovat pilaantuneita silloin kun ylemmät ohjearvot ylittyvät. Erillinen tapauskohtainen arviointi voi todeta kummassakin tapauksessa myös maan pilaantuneeksi arvoista huolimatta. (VNa 214/2007.)

3.3 Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (VNa 843/2017) pyrkii edistämään tiettyjen jätteiden käyttöä maanrakentamisessa. MARA-

kelpoisia jätteitä ovat esimerkiksi betoni, tiili, näiden seokset, tuhka, asfaltti, rengasrouhe ja kuona, silloin kun nämä täyttävät asetuksen määrittämät haitta-aineiden pitoisuuksien ja liukoisuuksien arvot sekä alittavat asetuksen määrittämät palakoot. MARA-kelpoisia jätteitä voidaan käyttää esimerkiksi väylissä, kentissä, valleissa ja teollisuus- ja varastorakenteiden pohjarakenteissa. Asetus mahdollistaa näiden jätteiden käytön mainituissa kohteissa pelkällä viranomaiselle tehtävällä ilmoituksella, kun taas ennen tämän asetuksen voimaantuloa asia tuli hoitaa ympäristöluvan kautta. Tämä nopeuttaa ja helpottaa asetuksen alaisten jätteiden hyödyntämistä loppusijoituksen sijaan.

3.4 Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista täydentää jätelakia ja ympäristönsuojelulakia. Asetus ohjaa kaatopaikkojen suunnittelua, perustamista, rakentamista, käyttöä, hoitoa, käytöstä poistamista, sekä jätteiden sijoittamista kaatopaikoille. Asetus ei koske paikkoja joihin sijoitetaan vain pilaantumaton maa-ainesta.

Kaatopaikalla tarkoitetaan jätteen loppukäsittelypaikkaa, jonne sijoitetaan jätettä maahan tai maan alle. Kaatopaikan määritelmään ei kuulu laitos, jossa jäte valmistellaan siirrettäväksi muualle käsiteltäväksi tai hyödynnettäväksi.

Kaatopaikat luokitellaan tavanomaisen, vaarallisen ja pysyvän jätteen kaatopaikoiksi, ja niille hyväksytään vain oman luokkansa mukaista jätettä (pois lukien kaatopaikkarakenteisiin hyödynnettävä tavanomainen jäte). Kaatopaikoille on määritetty luokitteluunsa perustuvat pohja- ja pintarakenteet, joiden vaatimuksia noudatetaan kaatopaikkaa täytettäessä ja laajennettaessa. Tähän voidaan käyttää kaatopaikalle vastaanotettuja, tai tarkoitusta varten erikseen hankittuja materiaaleja.

Jätteen kaatopaikkakelpoisuutta määritettäessä kriteereinä ovat jätteen koostumus, sen orgaanisten ja haitallisten aineiden pitoisuudet, sekä kaatopaikan ja kaatopaikan jätetäytön vaatimukset ja ominaisuudet. Kaatopaikalle tuotavasta jätteestä on tehtävä perusmäärittely.

Perusmäärittelyssä jätteen tuottaja tai haltija kokoaa merkitykselliset tiedot jätteestä, selvittää sen esikäsittelyn tarpeen, edellytykset ja vaihtoehdot, arvioi jätteen sen kelpoisuusvaatimusten perusteella, sekä selvittää jätteen tyypilliset ominaisuudet.

Kaatopaikalle hyväksyttävät jätteet perustuvat kaatopaikan luokkaan ja kaatopaikan ympäristölupaan. Ympäristöviranomaisen luvalla voidaan joistakin kriteereistä poiketa – esimerkiksi viranomainen voi tapauskohtaisesti sallia yksilöidyn jätteen vastaanottamisen korotetuilla raja-arvoilla, jos kaatopaikan pitäjä voi luotettavasti osoittaa, ettei tästä koidu haittaa ympäristölle ja terveydelle. (VNa 331/2013.)

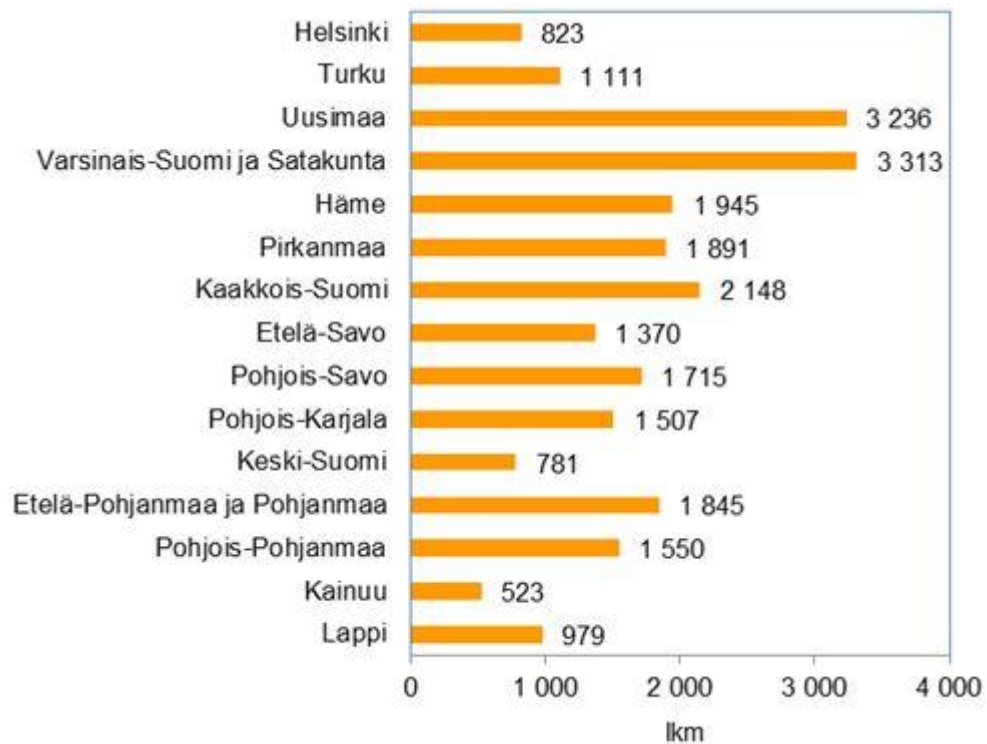
4 MAAPERÄN PILAANTUMINEN

Pilaantuneella maalla tarkoitetaan ihmisen toiminnan seurauksena haitta-aineita terveydelle haitallisessa määrin sisältävää maa-aluetta. Maaperä on voinut pilaantua aikanaan täysin lainsäädännön mukaisesta toiminnasta; lainsäädäntö ja ympäristöluvut ovat tiukentuneet sitä mukaa kun eri aineiden haitallisuus on paljastunut. Haitalliset aineet ovat voineet päätyä maaperään pitkän ajan kuluessa johtuen maaperän käytöstä, tai lyhemmässä ajassa johtuen onnettomuudesta tai vahingosta. Aiemmin on ollut myös käytäntönä haudata jätteitä maahan; on yleistä, että kohteen maaperän pilaantuneisuutta kartoittaessa maaperästä löytyy myös erinäistä kiinteää jätettä. (Ympäristö.fi 2013.) On myös tyypillistä että pilaantuneen maan puhdistuskohteen sisällä maalajit ja haitta-aineet vaihtelevat paljonkin, ja todellinen koostumus selviää vasta kaivettaessa.

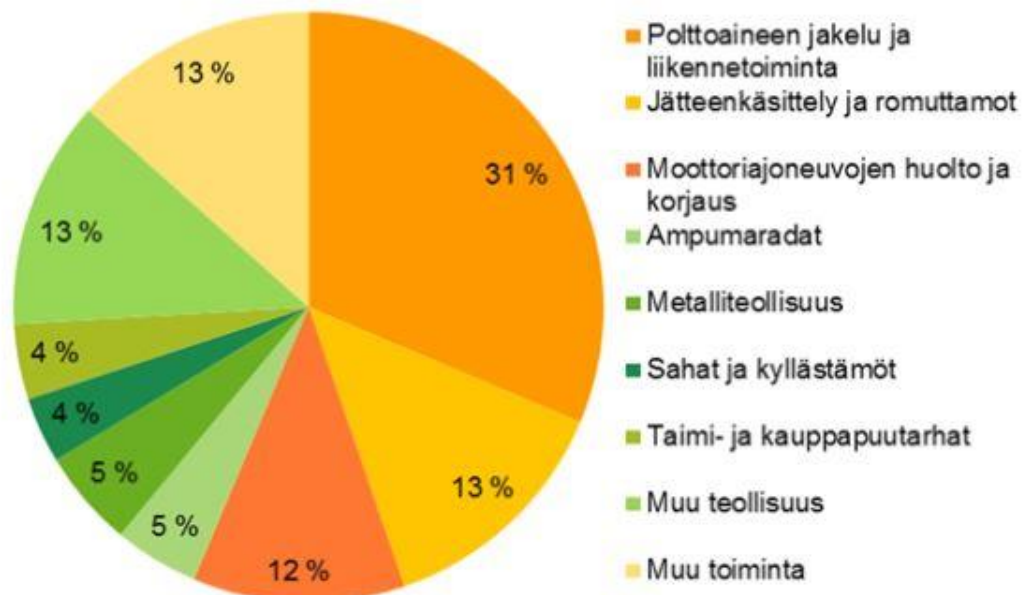
Pilaantuneessa maaperästä tarkkailtavat haitta-aineet ovat erilaisia metalleja, aromaattisia ja kloorattuja hiilivetyjä, bentseenejä, fenoleja, torjunta-aineita ja öljyhiilivetyjä. Näiden pitoisuuksille on asetettu erilaiset kynnykset ja alemmat sekä ylemmät raja-arvot. Nämä raja-arvot määrittävät materiaalin hyötykäyttömahdollisuuden tai vastaanottavalta kaatopaikalta vaadittavan kaatopaikkaluokan.

4.1 Pilaantuneet maaperät Suomessa

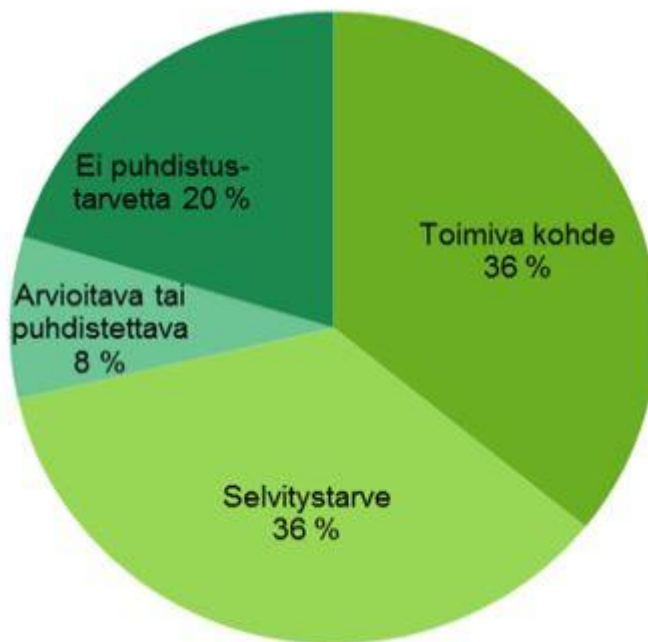
Suomen ympäristökeskus (SYKE) ylläpitää MATTI-tietokantaa, joka kokoaa yhteen Suomen tiedetyt pilaantuneet alueet. SYKE on tehnyt viimeksi 2013 ja 2014 koontiraportin Suomen pilaantuneiden maiden jakaantumisesta ja tyypeistä. Vuoden 2014 elokuussa pilaantuneita alueita tiedettiin olevan noin 25 000 kpl. Kohteet painottuvat eteläiseen Suomeen ja rannikkoalueille (kuva 1) Kohteiden painottuminen juuri näille alueille selittää tiheällä asutuksella ja teollisuudella. Pilaantuneiden maiden toimialakohtaisessa jakautumisessa yleisin on polttoaineen jakelutoiminta (kuva 2). Toiminta jatkuu edelleen noin kolmanneksessa kohteista; maaperän tila voidaan selvittää niillä viimeistään toiminnan päättyessä (kuva 3). (Ympäristö.fi 2014.)



Kuva 1. MATTI-kohteiden lukumäärä alueittain (Ympäristö.fi 2014)



Kuva 2. MATTI-kohteiden toimialajakauma 2014 (Ympäristö.fi 2014)



Kuva 3 MATTI-kohteiden jakautuminen tilaa ja toimenpidetarvetta kuvaaviin lajeihin (Ympäristö.fi 2014)

4.2 Pilaantuneiden maiden ja jätteiden käsittelymenetelmät

Tässä kappaleessa käsitellään maa-aineksen lisäksi MARA-asetuksen (VNa 843/2017) mukaisia jätteitä. Maa-aines, betoni, tiili, tuhka ja kuona voidaan käyttää sijoituskohteessa joko sellaisenaan, tai käsitellä käyttötarkoitukseen soveltuvaan ja lainsäädännön edellyttämään muotoon.

Maaperän puhdistus voidaan suorittaa joko kohteessa maata ylös kaivamatta (in-situ), kohteessa kaivamalla, puhdistamalla ja takaisinsijoittamalla maa (on-site) ja kaivamalla maa kohteesta, kuljettamalla se käsittelyyn ja käyttämällä se muualla (off-site). Alla on esitetty näihin kategorioihin kuuluvia eri menetelmiä.

Murskaus ja seulonta

Kun materiaalin raekokoa halutaan muuttaa, käytetään murskainta ja seulaa. Murskainta käytettäessä laitteen toimintakykyyn vaikuttaa käytetty materiaali, sen palakoko, sen yhdenmukaisuus ja sen seassa oleva muu tavara. Jos käsiteltävä materiaali ei ole yhdenmukaista, tarkoittaa tämä sitä, että murskeen sekaan menee joitain muuta kuin haluttua tavaraa – esimerkiksi, betonin seassa voi olla puuta, rautaa tai erilaista sekalaista jätettä. Tässä tapauksessa materiaali voi kyllä kulkea murskaimen läpi helposti, mutta lopputuotteen yhdenmukaisuus voi olla käyttökohteesta riippuen ongelma. Palakoko vaikuttaa murskaimen työtehoon: mitä suurempia paloja, sitä vaivalloisempaa on murskaaminen. Murskaus- ja seulonta ovat puhdistamisen kannalta esikäsittelymenetelmiä; ne voivat olla alkuvaatimus esimerkiksi ennen materiaalin pesua.

Stabilointi

Stabiloimalla parannetaan pehmeiden maa-ainesten kantavuutta ja pilaantuneen aineksen tapauksessa estetään haitta-aineiden kulkeutuminen ympäristöön. Menetelmää voidaan siis käyttää sekä materiaalin teknisten ominaisuuksien parantamiseen, että sen haitallisuuden vähentämiseen. Stabilointiin voidaan käyttää esimerkiksi sementtiä, kalkkia, tuhkaa tai näiden sekoitusta. Stabilointiresepti tehdään tapauskohtaisesti riippuen stabiloitavasta materiaalista ja sen käyttötarkoituksesta.

Stabilointia voidaan käyttää sekä on-site että off-site menetelmänä. Menetelmää käytetään maa-aineksen että erilaisten teollisuusjätteiden kanssa. Off-site menetelmänä massavaihdettu maa-aines tai jäte stabiloidaan sen jäteluonteen edellytyksenä tai loppusijoitukseen tai hyötykäyttöön tarvittavien teknisten ominaisuuksien saavuttamiseksi.

Massastabilointioppaan (Ramboll 2014) mukaan stabilointi on asiakkaalle kilpailukykyinen on-site vaihtoehto massanvaihtoon verrattuna monestakin syystä. Ensiksi, massastabilointi on ympäröiville rakenteille riskittävämpi vaihtoehto kuin massanvaihto. Toiseksi, massastabiloinnissa tarvitaan vähemmän luonnon kiviainesta kuin massanvaihdossa. Lisäksi, jos kohteeseen on tarkoitus rakentaa alun perin pehmeän rakenteen päälle – esimerkiksi rakennus tai kaatopaikkalaajennus –

pohjamaan stabilointi helpottaa paalutustarvetta ja kaatopaikan pohjarakenteen tapauksessa auttaa täyttämään pohjarakenteen kantavuusvaatimukset. (Ramboll 2014.)

Jätteen käyttö materiaaliteollisuudessa

Jätteen etusijajärjestys priorisoi materiaalin uusiokäyttöä ja kierrätystä, ja lainsäädännön kehitys helpottaa jätteiden hyödyntämistä. Hyötykäytön kannalta tämän työn pääpaino on jättemateriaalin käytössä maanrakennuksessa, mutta jätteitä voidaan käyttää myös erilaisten uusiomateriaalin valmistuksessa. Tämän työn käsittelemistä jätteistä esimerkiksi tuhka ja purkutyössä syntyvä asfaltti voidaan hyödyntää tällä tavoin.

Purkuasfaltti ja sen asema valtioneuvoston asetuksessa jätteiden hyödyntämisestä maanrakentamisessa (VNa 843/3017) on hyvä esimerkki lainsäädännöllisestä materiaalien hyötykäytön ohjauksesta. Siinä missä MARA-asetuksessa betoni- ja tiilimursketta saa käyttää kohteessa tietyn paksuisena jätekerroksena, on purkuasfaltille asetettu maksimikäyttömääräksi kohteeseen 1000 tonnia. (VNa 843/2017.) Ympäristöministeriö perustelee tämän sillä että tämän tarkoituksena onkin ohjata asfaltti maanrakentamisen sijaan korkeammalla etusijajärjestyksessä olevaan materiaalin uusiokäyttöön – eli asfaltin tapauksessa kierrätysasfaltin valmistukseen.

Tuhka on monipuolinen ja paljon tutkittu materiaali. Voimalaitosten polttoprosesseissa syntyvän tuhkan hyötykäytöllä on pitkät perinteet. Tuhkaa voidaan ensinnäkin käyttää osana stabilointireseptejä kiinteyttämään nestepitoisia materiaaleja, betonissa sementin korvaajana, maanparannuksessa, tai sellaisenaan maanrakennuksessa – jossa tuhalla on eri muodoissaan paljon hyviä ominaisuuksia.

Termodesorptio

Tämä menetelmä tarkoittaa kaivetun maa-aineksen fysikaalista esikäsittelymenetelmää, jossa haitta-aineet haihdutetaan korkeassa lämpötilassa. Pelkkä haihdutus ei tuhoa haitta-aineita, vaan haihdutetut aineet on tämän jälkeen hävitettävä soveltuvalla kaasunpuhdistusmenetelmällä - kuten polttamalla. Termodesorptio suoritetaan joko siirrettävässä tai kiinteässä laitoksessa. Käsittelyn jälkeen aine voidaan käyttää tai loppusijoittaa käsittelyn jälkeisen haitta-ainepitoisuuden, sekä materiaalin teknisten ominaisuuksien asettamissa puitteissa. (VTT 2004, 129)

Pesu

Pesu – tai märkäerotustekniikat – on menettely, jossa maa-ainekseen sekoitetaan vettä ja siitä erotellaan haitta-aineita. Menetelmään kuuluu osana myös mahdollinen seulominen ennen käsittelyä, pesuveden esi- ja jälkikäsittely, ja jäännöksen jälkikäsittely. Menetelmä sopii parhaiten hiekkamaille, jotka ovat sekapilaantuneet. Sekapilaantumisen avulla viitataan siihen että maassa on aineita, joita ei esimerkiksi pelkällä haihtuville aineille sopivalla huokoskaasukäsittelyllä voida poistaa. (VTT 2004, 163.)

Vanhentaminen

Vanhentamisella tarkoitetaan käsittelyä jossa jätteen haitta-ainepitoisuus laskee ajan kuluessa. Tarkemmin sanottuna, esimerkiksi tuhkan tapauksessa, vanhentamisella tarkoitetaan prosessia jossa tuhkan sisältämät metallit reagoivat ilman kanssa. Tällöin tapahtuu karbonaattireaktioita joissa metallin liukoisuus voi muuttua. Esimerkiksi bariumin osalta liukoisuus tippuu kuukaudessa jyrkästi. Tällä on tärkeä merkitys maanrakentamisen kannalta, jossa asfaltoimattomien rakenteiden liukoisuusvaatimukset ovat tiukat. Korkeakin liukoisen bariumin osuus voi kuukaudessa laskea alle asfaltoimattoman kentän rajan. (Lindroos 2013)

Kompostointi

Kompostointi on biologinen käsittelymenetelmä jossa hyödynnetään mikrobien kykyä hajottaa maaperän haitta-aineita aineita. Perinteinen menetelmä on ylös kaivettavan maa-aineksen on-site aumakompostointi. Puhdistustoiminta edellyttää kompostin fysikaalisten ja kemiallisten olojen pitämistä mikrobien toiminnan kannalta sopivalla tasolla. Esimerkiksi aineen on oltava mahdollisimman kaasunläpäisevää mikrobien

hapensaannin turvaamiseksi. Huokoisuutta voidaan parantaa erilaisilla tukiaineilla. Kompostointi soveltuu parhaiten helposti hajoavien ja kohtuullisen vesiliukoisten aineiden käsittelyyn. (VTT 2004, 196-198.)

Huokoskaasukäsittely

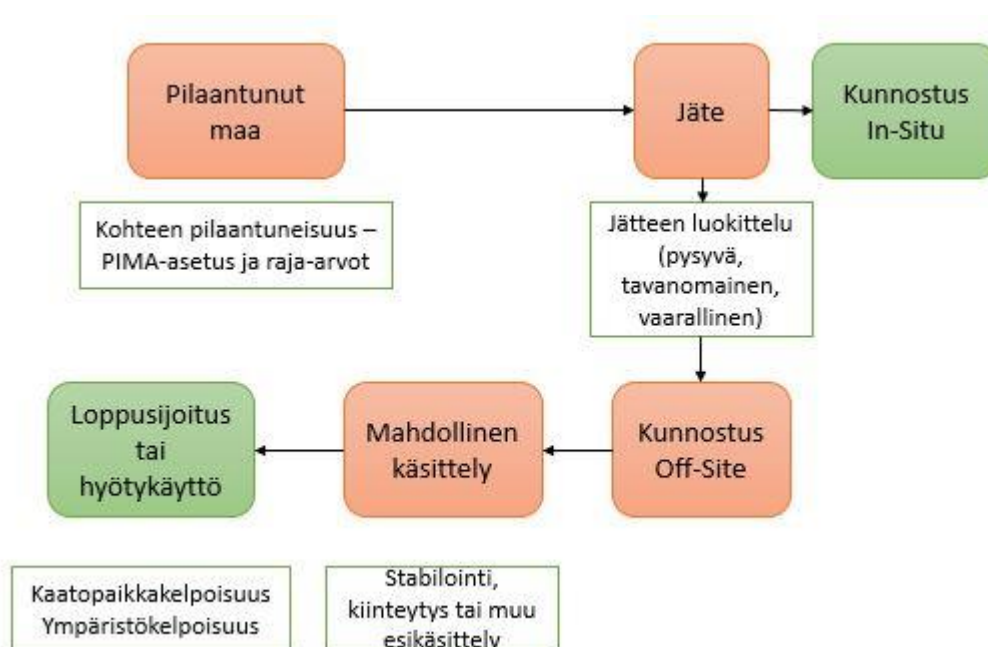
Huokoskaasukäsittely on in-situ-menetelmä jossa maaperästä imetään huokoskaasua alipaineella. Menetelmä soveltuu parhaiten haihtuvien aineiden poistamiseen huokoisesta maaperästä. Hyvä esimerkkikohde tälle menetelmälle on alue, jossa maaperään on joutunut bensiiniä – jonka poistoon tämä menetelmä sopii maaperän salliessa hyvin.

4.3 Pilaantuneiden maiden puhdistusprosessi

Menetelmän valinnan määrittää maaperän pilaantuneisuus, menetelmän kustannukset sekä käytettävissä oleva aika tulevaan maankäyttöön nähden. Yleisin pilaantuneiden maiden puhdistusmenetelmä Suomessa on massanvaihto, joka tarkoittaa että maat kuljetetaan sallitulle kaatopaikalle niiden haitta-aineiden arvojen ja liukoisuuksien puitteissa, ja korvataan puhtaalla maalla (VTT 2004, 62). Vuonna 2006 yli 90% puhdistettavista kohteista hoidettiin massanvaihdolla tai eristämällä (Ympäristöministeriö 2010). L&T:n tapauksessa tarjouspyynnöissä asetettu puhdistuksen aikarajoite ohjaa monesti massanvaihtoon, ellei sitä tarjouksessa olla jo etukäteen määritelty. Vastaanottavalla kaatopaikalla maa-aines voidaan joko loppusijoittaa sellaisenaan tai käsiteltynä, välivarastoida, tai hyötykäyttää kaatopaikkarakenteissa sellaisenaan tai käsiteltynä (Ympäristöministeriö 2010).

Yksi suuri tekijä, joka ohjaa pilaantuneita maita massanvaihdon kautta kaatopaikoille on sekä tarvittavien korvaavien maamassojen edullisuus ja pilaantuneiden maiden

edullinen vastaanottohintaa kaatopaikoilla. Tämä johtuu siitä että ne ovat jäteverottomia, ja monesti hyödynnettävissä kaatopaikkarakenteissa.



Kuva 4. Pilaantuneen maan kunnostusprosessi

Yllä olevassa kuvassa on havainnollistettuna pilaantuneen maan kunnostusprosessin kulku ja siihen liittyvää termistöä.

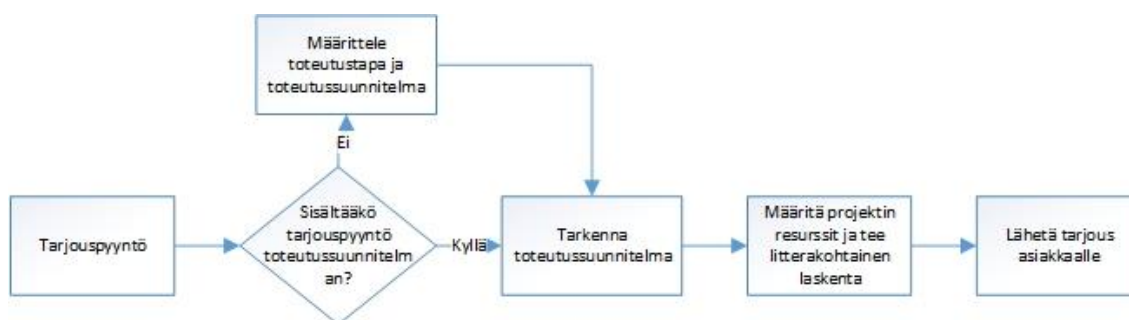
5 VASTAANOTTO- JA KÄYTTÖPROSESSIN VAIHEET

LASSILA & TIKANOJALLA

Jätteiden kulkuprosessi asiakkaiden syntykohteesta hyötykäyttöön tai loppusijoitukseen on jaettavissa L&T:n osalta useaan eri osakokonaisuuteen, jotka ovat esitettynä alla.

5.1 Tarjouspyyntö ja toteutussuunnitelma pilaantuneiden maiden kunnostuskohteiden osalta

Alla olevassa kuvassa (kuva 4) on tiivistetysti esitettynä L&T:n pilaantuneiden maiden vastaanottoprosessin tarjouspyynnön, toteutussuunnitelman ja tarjouksen osuus.



Kuva 5. Prosessi - tarjouspyyntö ja toteutussuunnitelma

Pilaantuneen maan puhdistusurakka alkaa tyypillisesti julkisen tai yksityisen tahon tarjouspyynnöstä. Toteutussuunnitelma voi tulla joko valmiina tai sellainen on erikseen tehtävä kohteeseen. Pilaantuneita maita ja teollisuuden prosessijätteitä voi muiden jätteiden tavoin tulla käsittelykeskuksiin myös pelkän yhteydenotonkin perusteella. Tällöin kyseessä on yleensä huomattavasti pienempi määrä kuin vastaanottotarjoukseen perustuvassa sopimuksessa. Suoraan laitokselle yhteydenoton perusteella tulevasta materiaalista on ensisijaisesti toivottavaa, että siitä on tehty kaatopaikkakelpoisuusselvitys; jos näin ei ole, ja tavara otetaan vastaan, on L&T:n otettava tavara ensin välivarastointiin ja teetettävä siitä selvitys laboratoriossa ennen loppukäyttöä.

Selvitykseen liittyen, pilaantuneen maan kunnostuskohteessa konsultti täyttää jokaiseen tuotavaan kuormaan liitteeksi siirtoasiakirjan, jossa on eriteltyä kuorman koostumus, ja

sen sisältämät haitta-aineet. Teollisissa prosesseissa syntyvien jätteiden tapauksessa taas ei tarvita kuormakohtaista perusmäärittelyä, jos jäte pysyy samanlaisena. Tällöin riittää että jätteestä on tehty perusmäärittely ja vastaavuustestaus sovituin väliajoin.

Tarjouspyynnön luonne määrittelee sen, miten paljon L&T voi vaikuttaa materiaalien jaotteluun työmaalla, työmaan toteutukseen ja materiaalin kuljetukseen. Asiakkaan on mahdollista jo tarjouspyyntövaiheessa määritellä toteutussuunnitelma niin valmiiksi, että L&T:n tehtäväksi jäävät vain määrittää omat resurssinsa ja täyttää tarjoukseen litterakohtainen hinnoittelu.

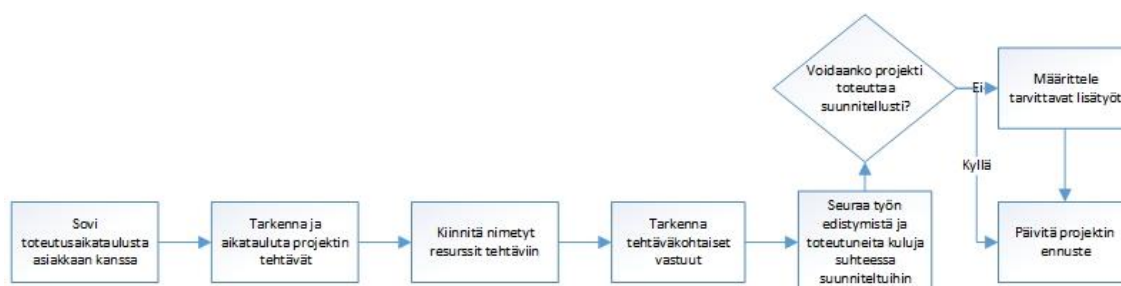
Tämän työn käsitellessä lähinnä L&T:n vastaanottamaa materiaalia, on työ aiheellista rajata käsittelemään vain massanvaihdon kautta toteutettavia kohteita. Muiden puhdistusmenetelmien tarkastelu vaatii oman tutkimuksensa, ja onkin loppukappaleessa ehdotettuna lisätutkimuskysymyksenä.

Jos tarjouspyyntö on hyvin avoin, maaperätutkimuksia lukuun ottamatta, tämä tarkoittaa, että L&T:n on mahdollista vaikuttaa toteutussuunnitelmaan ja ehdottaa asiakkaalle erilaisia vaihtoehtoja. Reunaehtona tässä, kuten ylempänä kuvaillussa tiukasti määritellyssä tarjouspyynnössäkin, on tosin se, että tarjouksen aikataulu ja hinnat ovat kuitenkin kilpailukykyisiä kilpailijoiden tarjousten kanssa. Toisin sanoen asiakkaan L&T:n tarjouksen perusteella saama hyöty tulee olla saman verran tai suurempi kuin kilpailijoilta.

Jos tarjouspyyntö on avoin, pääsee L&T vaikuttamaan esimerkiksi vastaanotettavan materiaalin jaotteluun siten, miten tämä on L&T:lle järkevintä. Työmaalta poistettava materiaali pyritään jaottelemaan loppusijoituksen ja hyötykäytettävyyden kannalta.

Toteutussuunnitelman jälkeen L&T määrittää projektin edellyttämät resurssit, eli henkilöt, koneet, kaluston, materiaalit ja tarvikkeet. Tässä voidaan käyttää olosuhteiden mukaan joko L&T:n omia resursseja tai aliurakoitsijoita.

5.2 Asiakkaan työmaa kunnostuskohteiden osalta



Kuva 6. Prosessi - asiakkaan työmaa

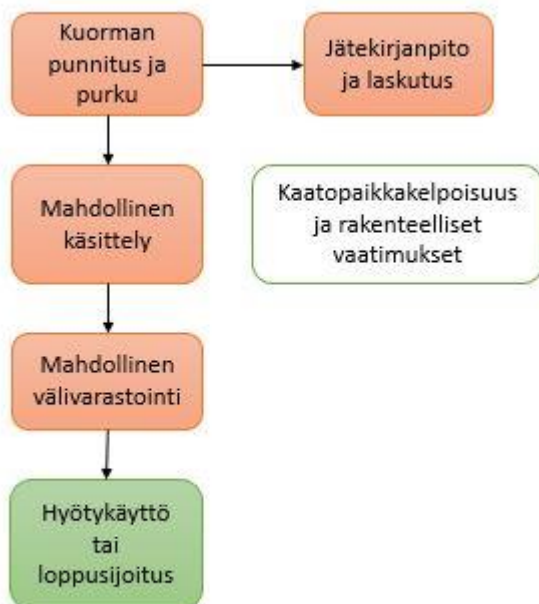
Yllä olevassa kuvassa on tiivistetysti esitetty L&T:n pilaantuneiden maiden vastaanotto- ja käsittelyprosessin asiakkaan työmaahan liittyvät vaiheet. Projektin L&T:lle määrittämät tehtävät perustuvat yrityksen ja asiakkaan väliseen sopimukseen. L&T:n tehtävänä voi olla ainoastaan ottaa vastaan jätemateriaali, jos asiakas haluaa itse hallita muuta kokonaisuutta, tai toisaalta, jos asiakas haluaa ulkoistaa useampia osa-alueita urakasta, voi L&T olla vastuussa työmaan suunnittelusta, toteutuksesta, kuljetuksesta sekä jätemateriaalin vastaanotosta. Tämän työn käsittelemien materiaalien kannalta suurin merkitys näiden kahden vaihtoehdon välillä, on se, että L&T:n vaikutusmahdollisuus materiaalin jaotteluun ja käsittelyyn yrityksen kannalta mahdollisimman järkevästi on erilainen. Toki, on tietenkin myös mahdollista että jätejaottelun tehnyt taho – tilaaja tai konsultti – on jaotellut materiaalin samalla periaatteella loppukäytön kannalta kuin L&T:kin olisi tehnyt.

Aiempaan liittyen on hyvä huomioida, että asiakkaiden, ja asiakkaiden sekä L&T:n käyttämien konsulttien asiantuntemus, valvontatehoisuus ja mielenkiinto ympäristöä, ympäristö- ja jätelainsäädäntöä ja materiaalien hyötykäyttöä kohtaan vaihtelee suuresti. Tämä korreloi sen kanssa kuinka helppo tai vaikea (myös kustannuksiltaan) kyseisen asiakkaan urakka lopulta L&T:lle tulee olemaan. Esimerkiksi, jos asiakas tai konsultti ei mahdollisuudesta huolimatta jaa jätemateriaaleja sellaisiin jakeisiin kuin jätteenkäsittelyn kannalta pitäisi tai olisi järkevää, vaikuttaa tämä käsittelykustannuksiin L&T:n päässä, tai sulkee pois jäte-erien käsittelymenetelmiä kokonaan. Esimerkiksi puhtaan ja pilaantuneen maa-aineksen sekoittaminen keskenään estää koko erän käyttämisen missään muualla kuin kaatopaikkarakenteissa. Toinen esimerkki voisi olla, että asiakkaalla on jätemateriaalia, joka itsessään olisi MARA-kelpoista tai käytettävissä

kaatopaikkarakenteissa, mutta erässä esiintyy myös jotain toista materiaalia joka pilaa rakennuskelpoisuuden.

Mitä enemmän itse työmaa on L&T:n vastuulla, sitä todennäköisemmin työmaalla on resurssina yrityksen edustaja, joka valvoo työn suoritusta (kaivuuta ja lastausta) sopimuksen mukaisesti. Edustaja voi myös hyvin paikan päällä reagoida poikkeaviin tilanteisiin; esimerkiksi, jos kaivettaessa maasta paljastuu sopimuksen mukaisista jakeista poikkeavaa materiaalia, lastaukseen vaikuttaminen on helpompaa kuin kuorman lajittelu vastaanottavassa laitoksessa. Varautuminen jätemateriaalien vaihtelevuuteen on hyvä mahdollisuuksien mukaan tehdä jo tarjouksen tekovaiheessa – esimerkiksi niin että jos kohteesta on oletettavissa tulevan karkearakeista maalajia tai moreenia, jolle olisi olemassa käyttötarkoitus, mutta kohteessa esiintyy myös savea tai silttiä, niin on järkevää jo tarjouksen tekovaiheessa luoda saven tai siltinsekaiselle karkearakeiselle ainekselle oma vastaanottohintansa. Tällä sekä varaudutaan kyseisen sekatavaran korkeampiin käsittelykustannuksiin, että tähdennetään asiakkaalle lajittelun merkitys kustannusten muodostumisen kannalta.

5.3 Toiminta L&T:n laitoksessa

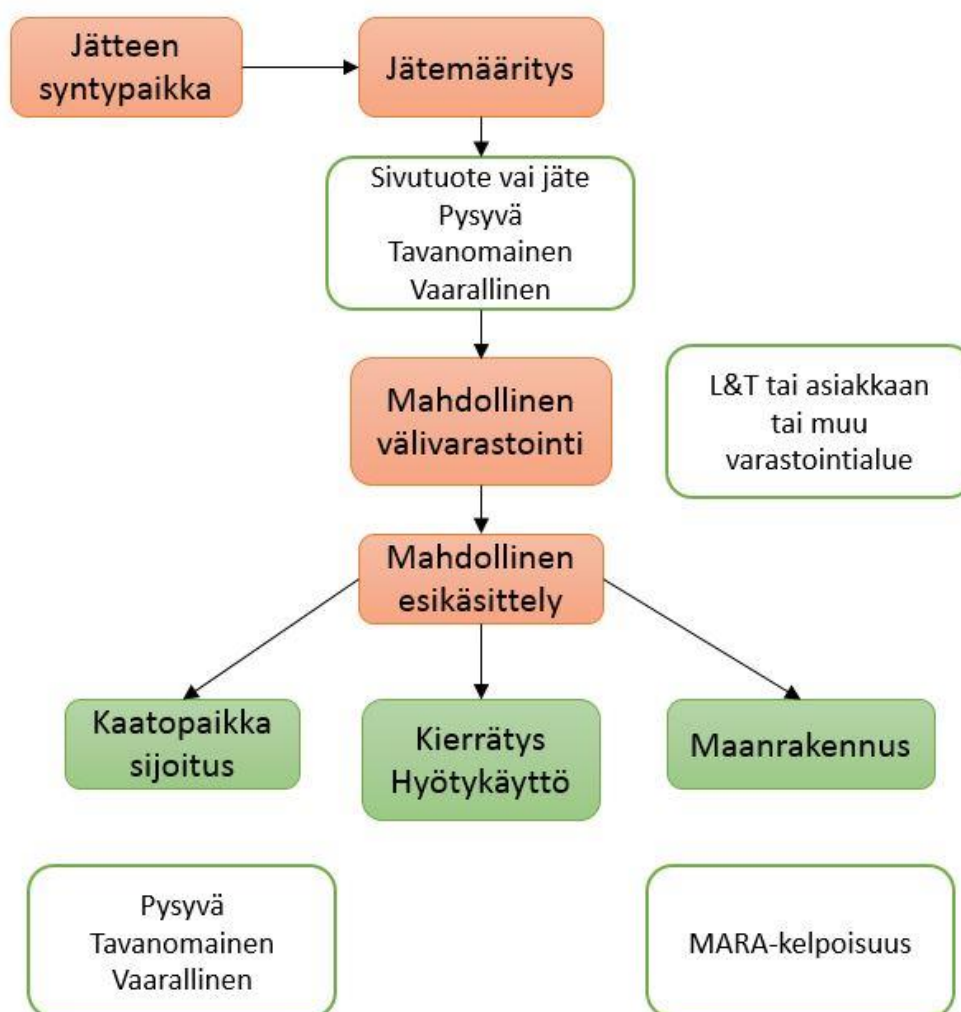


Kuva 7. Toiminta laitoksella

Asiakkaan jätteet ajetaan joko yhteen tai useampaan L&T:n laitokseen tai ulkopuolisille tahoille, kuten materiaaliteollisuuteen. Tämä riippuu sopimuksesta ja jakeista, ja siitä mitä eri laitokset kykenevät ottamaan vastaan ja käsittelemään. L&T:n laitoksilla on vaaka, johon materiaalia tuova auto ajaa täytenä ja tyhjänä. Materiaali puretaan joko välivarastointikentälle tai suoraan loppusijoitukseen henkilökunnan ohjeistamana. Laitoksella auton kuljettaja ja henkilökunta täyttävät ja/tai allekirjoittavat sopimuksen, lainsäädännön ja materiaalin määrittämät asiakirjat. L&T:n henkilökunta kirjaa tuodun kuorman varastokirjanpitoon. Kuormat laitoksessa käsitellään henkilökunnan toimesta niiden luonteen ja käyttötarkoituksen mukaan.

5.4 Teollisuuden jätemateriaalien kulku

Muiden kun pilaantuneiden maiden puhdistuskohteiden osalta jätteiden kulku on tiivistettävissä alla olevan kuvan esittämään prosessiin (kuva 8). Kuvasta voi nähdä että jätemateriaalin kulkukaavio on pilaantuneiden maiden ja muiden jätteiden välillä hyvin samanlainen.



Kuva 8. Jätteiden kulku

6 HYÖDYNTÄMINEN JA LOPPUSIJOITUS LASSILA & TIKANOJALLA

Jätteen ja sivutuotteen käytön määrittää sen olomuoto, käyttöä määrittävä lainsäädäntö, haitallisten aineiden pitoisuudet, ja suunniteltu käyttökohde. Etusijajärjestystä mukaillen myös pilaantuneen maan tai teollisuuden jätteiden ensisijainen käyttösuunnitelma on uudelleenkäyttö tai kierrätys, ja toissijaisena loppusijoitus. Pilaantuneen maan puhdistustarpeen arvioinnissa tarkkailtavien haitta-aineiden raja-arvot, sekä materiaalin ominaisuudet määrittävät sen soveltuvuuden eri käyttökohteisiin.

Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset määrittävät millaisia materiaaleja maanrakentamisessa ja kaatopaikkarakenteissa voi käyttää eri kerroksissa. Jättemateriaalin sallittu käyttö ylipäänsä kohteensa edellyttää että sen haitta-aine-arvot alittavat kohteen sallitut rajat. Jättemateriaalin tekniset ominaisuudet taas määrittävät sen käytön eri kerroksissa. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi tilavuuspaino, vedenläpäisevyys ja kokoonpuristuvuus.

L&T:n ympäristörakentamisen asiakkaiden pilaantuneiden maiden puhdistuskohteet ja puhdistuskohteilta saapuva maa ovat yleisimmin joko metalleilla tai öljyhiilivedyillä pilaantuneita.

6.1 Esikäsittely

Jättemateriaali voi vaatia esikäsittelyä ennen sen käyttöä tai loppusijoittamista. Alla on esitettynä yleisimmät pilaantuneisiin maihin ja MARA-materiaaleihin liittyvät L&T:n ympäristörakentamisessa käytettävät käsittelymenetelmät.

Kastelu

Lentotuhka on tyypillinen materiaali joka edellyttää kastelemista joko ennen kuljetusta voimalaitokselta tai ennen läjitystä. Laitoksessa syntynyt lentotuhka on hyvin kevyttä ja hyvin kuivaa. Kuiva lentotuhka ei läjity kunnolla ellei sitä ole kasteltu vaan leviää kuormaa

purettaessa ja tuulen vaikutuksesta. Sivuhuomiona todettakoon myös että kastelulla on myös kemiallinen merkitys lentotuhkan käsittelyssä, joiden tarkastelu tulee myös huomioida tuhkan hyötykäyttämisessä.

Stabilointi

Erilaiset jätteet, maa-aines mukaan lukien, voivat vaatia stabilointia joko niiden teknisten ominaisuuksien parantamiseksi tai niiden haitallisuuden vähentämiseksi ennen hyötykäyttöä tai loppusijoitusta. Stabilointia haitallisuuden vähentämiseksi käytetään varsinkin vaarallisen jätteen kaatopaikoilla. Stabilointia teknisten ominaisuuksien parantamiseksi voidaan taas käyttää ylipäänsä maanrakentamisessa.

Murskaus ja seulonta

Murskausta ja seulontaa käytetään L&T:llä moneen tarkoitukseen. Ympäristörakentamisessa murskaamalla ja seulomalla saadaan maanrakennuksessa käytettävä massa käyttökohteeseen vaadittuun ja rakentamisen kannalta haluttuun kokoon. hyvänä esimerkkinä myöhemmin käsiteltävässä Kakolan työmaan tapauksessa työmaalta L&T:n Uudenkaupungin toimipaikalle saapuneesta pilaantuneesta maa-aineksesta saatiin eroteltua ja murskattua kiveä rakennuskäyttöön. Seulottu kivi edusti määrältään noin 50 % koko työmaalta Uuteenkaupunkiin saapuneesta maa-aineksesta. Lisäksi jätehuollossa seulontaa voidaan käyttää erilaisten materiaalien erotteluun ja murskausta materiaalin tiivistämiseen, niin että se mahtuu paremmin esimerkiksi kuorma-auton lavalle.

6.2 Käsittelykustannuksista

Vastaanottohinnat korreloivat jätteenkäsittelykustannusten kanssa. Jätteen vaatiessa murskausta, seulontaa, stabilointia tai kone- tai miestyötä otetaan tämä huomioon jätteen vastaanottohinnassa. Myöskin mahdollinen jätevero ja jätteen loppukäytön tai -sijoituksen aiheuttamat kustannukset heijastuvat hintaan.

Esimerkiksi saapuvan betonin hinnoittelu perustuu sen palakokoon, niin että suuremman palakoon betoni on vastaanottohinnaltaan kalliimpaa kuin pienemmän. Tällä on tarkoitus kattaa korkeammat käsittelykustannukset. Tässä tärkeä huomio on, että vaikka esimerkiksi betonin vastaanottohinnoittelu sen palakoon mukaan heijastaa sen käsittelykustannuksia, ei se enää pidä paikkaansa, jos betonin seassa on muutakin materiaalia. Jos esimerkiksi betoni 0,5m palakokoon asti maksaisi 1 yksikön, ja 1m palakokoon asti maksaisi 1,3 yksikköä, mutta murskattavan 1m betonin seassa olisi isoja rautapaloja, hinnoittelun todellisen käsittelykustannuksen mukaan pitäisi olla korkeampi – esimerkiksi, todellista käsittelykustannusta heijastava vastaanottohintaa olisi enemmänkin 2 yksikköä. Alla on kaksi kuvaa, joista ensimmäinen kuvaa betonikasaa jonka seassa on käyttöä hankaloittavaa ylimääräistä materiaalia, ja toisessa on hyvin yhdenmukaista tiilijätettä.

Sekalaaisuuden ongelma voi esiintyä yhtä lailla myös muissa jätemateriaaleissa, joka on havainnollistettuna Kakolan työmaata käsittelevässä kappaleessa.



Kuva 9. Raudan sekaista vaihtelevan palakoon betonia



Kuva 10. Palakooltaan yhdenmukaista tiiltä

6.3 Maanrakennus

L&T pyrkii hyödyntämään jätteitä ja pilaantuneita maita maanrakennustarkoituksessa silloin kun materiaali täyttää lain ja rakennuskohteen sille asettamat vaatimukset. Näitä materiaaleja käytetään kaatopaikkarakenteiden lisäksi lakien, asetusten ja ympäristölupien sallimissa puitteissa eri rakennuskohteissa. Siinä missä kaatopaikkarakentamisessa asiakkaan materiaali saapuu kaatopaikalle ja käytetään siellä, voi muissa maanrakennuskohteissa toimitusketju olla moninainen.

Jätteen vastaanottajan roolin lisäksi L&T voi toimia asiakkaalle esimerkiksi konsulttina tai kuljetusyriksenä. L&T voi olla mukana toimitusketjussa jossa esimerkiksi L&T:n roolina on etsiä hyödyntämiskohteita asiakkaalta säännönmukaisesti syntyvälle jätteelle. Tässä tapauksessa materiaali kulkee suoraan asiakkaalta asiakkaalle, L&T:n toimiessa välittäjänä. Tämän tyyppinen jätekonsultointitoiminta, jossa yritys toimii fasilitaattorina jätteen tuottajan ja jätteen vastaanottajan välillä on yleistynyt viime vuosina sekä Suomessa että ulkomailla, mitä tulee maa-aineksiin ja MARA-kelpoisiin jätteisiin.

6.4 L&T:lle tuleva maa-aines: Turun Kakolan työmaa

Alla on esitettyä kuvaus yhdestä valmistuneesta isosta työmaasta, joka havainnollistaa hyvin tämän työn käsittelemiä aiheita. Työmaa on myös hyvä havainnollistava esimerkki eri haasteista joita liittyy pilaantuneisiin maihin ja ympäristörakentamiseen.

6.4.1 Projektin kuvaus

Turun lakkautetun Kakolan vankilan pilaantuneiden maiden puhdistusurakka oli kaksi vuotta kestänyt projekti, jonka aikana kaivettiin ylös ja vaihdettiin noin 90 000 tonnia pilaantunutta maata. Alueella vuosien saatossa toimineen pajatoiminnan seurauksena maa oli enimmäkseen eri metalleilla pilaantunutta. Maasta seulottiin pois kiveä, betonia, tiiltä ja muuta jätteitä. Murskattu kivi, betoni ja tiili voitiin hyödyntää kaatopaikkarakenteissa. Uuteenkaupunkiin tulleesta ja seulotusta aineksesta noin 50 % oli puhdasta kiveä, joka murskattuna kuljetettiin takaisin Kakolaan täytemaaksi. Kakolan maa-aineksia vietiin työmaalta myös Topinojan ja Isosuen kaatopaikoille rakennuskäyttöön.

6.4.2 Pohdintaa projektista

Poistettu julkisesta työstä

7 LOPUKSI

Työn tavoitteena oli dokumentoida L&T ympäristörakentamisen pilaantuneiden maiden ja teollisuuden sivutuotteiden vastaanotto- ja hyötykäyttöprosessi, tutkia prosessin osien merkitystä kokonaisuuden kannalta, sekä esittää ehdotuksia prosessin parantamiseksi.

Jos pilaantuneiden maiden ja teollisuuden jätteiden off-site käsittelyn tavoitteeksi otetaan materiaalin hyötykäyttö, voidaan työn pohjalta nostaa joitakin ehdotuksia. Ensinnäkin, kuten Kakolan työmaan esimerkistä voi nähdä, pitää hyötykäytettävyyden olla näkyvänä tavoitteena projektin alusta loppuun asti – aina tarjouksesta loppukäyttöön asti. Vain painottamalla hyötykäytön tavoitetta kaikille projektin osallisille kaikissa projektin vaiheissa voidaan haluttuun hyötykäyttöasteeseen päästä. Jos hyötykäyttö tulee tavoitteena mukaan vasta esimerkiksi materiaalin vastaanottovaiheessa kaatopaikalla, on mahdollista että materiaalin hyötykäytön mahdollistavat käsittelykustannukset nousevat paljon suuremmiksi kuin mitä ne olisivat voineet hyvällä suunnittelulla olla. Hyvänä summauksena voi todeta että hyötykäytettävyyden kannalta työn tutkimilla prosessin osilla on kaikilla tärkeä merkitys.

Liiketoiminnallisessa mielessä käsittelykustannukset ja hinnoittelu ovat myös itsessään hyvä nostaa omaksi huomioksi. Sen lisäksi että materiaalin vastaanottohinnat heijastelisivat niiden todellisia käsittelykustannuksia, voi materiaalien hinnoittelulla ohjata myös materiaalien hyötykäytettävyyttä. Taloudellisena ohjauskeinona hinnoittelua voi käyttää kannustamaan asiakasta lajittelemaan jätemateriaaleja vastaanottavan yrityksen kannalta järkevästi siinäkin tapauksessa että vastaanottava yritys ei itse pääse osallistumaan syntypaikkalajitteluun.

Viimeiseksi, hyötykäyttöä voidaan lisätä myös yksittäisen urakan ulkopuolisella suunnittelulla. Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka projektin toimijoilla ei itse urakan aikana olisi tarvetta materiaalin hyötykäytölle, voi materiaalia sijoittaa välivarastoon jos tällainen kohde on tiedossa tulevaisuudessa. Mitä laajempi varastointi-infrastruktuuri on olemassa, sitä kattavammin materiaaleja voi ohjata hyötykäyttöön järkevällä etäisyydellä oleviin kohteisiin. Työn käsittelemien materiaalien vastaanottoprosessia voi siis tehostaa suunnittelulla, hinnoittelulla ja prosessin osallisten yhteisillä tavoitteilla.

Ehdotuksia lisätutkimusten aiheiksi:

- Eri puhdistusmenetelmien arviointi maaperän pilaantuneisuuden, syntyvien kustannusten ja tarvittavan ajan kannalta.
- Uusiomateriaalien markkinaselvitys
- Sivutuotteiden ja jätteiden käyttö materiaaliteollisuudessa

LÄHTEET

Hartikainen, O-P. 1995. Maarakennustekniikka. Saarijärvi: Gummerus Kirjapaino Oy

Jätelaki 646/2011. Annettu Helsingissä 17.6.2011. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>

Lindroos, N. 2013. Liukoisuudet rakenteissa. Ramboll. Viitattu 26.4.2018. Saatavilla: <http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/Liukoisuudet%20rakenteissa%20%E2%80%93%20Noora%20Lindroos%20Ramboll%209.12.2013.pdf>

Massastabilointikäsikirja. 2014. Ramboll. Viitattu 24.4.2018. Saatavilla: http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/Massastabilointik%C3%A4sikirja%20YLEISVERSIO%20-%202014_06_24.pdf

Pilaantuneet alueet Suomessa. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Viitattu 7.2.2018. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/pilaantuneetalueetsuomessa>.

Pilaantuneet maa-alueet. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Viitattu 31.1.2018. Saatavilla: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Pilaantuneet_maaalueet.

Pilaantuneiden maiden kunnostushankkeiden hallinta. 2004. Espoo: VTT tiedotteita 2245. Viitattu 24.4.2018. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2245.pdf>

Ronkainen, N. 2012. Suomen maalajien ominaisuuksia. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Viitattu 26.4.2018. Saatavilla: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38773/SY2_2012_Suomen_maalajien_ominaisuuksia.pdf

Uusiomateriaalien käyttö maarakentamisessa. 2010. Ympäristöministeriön raportteja 13/2010. Ympäristöministeriö. Viitattu 6.3.2018. Saatavilla: <http://www.uuma2.fi/sites/default/files/Uusiomateriaalin%20k%C3%A4ytt%C3%B6%20maarakentamisessa%20%E2%80%93%20YMa13%20%E2%80%93%202010.pdf>

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maanrakentamisessa 843/2017. Annettu Helsingissä 7.12.2017. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013. Annettu Helsingissä 2.5.2013. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130331>

Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007. Annettu Helsingissä 1.3.2007. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214>

MAAPERÄN HAITALLISTEN AINEIDEN PITOISUUKSIEN KYNYS- JA OHJEARVOT

Aine (symboli)	Luontainen pitoisuus ¹ mg/kg	Kynnysarvo mg/kg	Alempi ohjearvo mg/kg	Ylempi ohjearvo mg/kg
<i>Metallit ja puolimetallit²</i>				
Antimoni (Sb) (p)	0,02 (0,01-0,2)	2	10 (t)	50 (e)
Arseeni (As) (p)	1 (0,1-25)	5	50 (e)	100 (e)
Elohopea (Hg)	0,005 (< 0,005-0,05)	0,5	2 (e)	5 (e)
Kadmium (Cd)	0,03 (0,01-0,15)	1	10 (e)	20 (e)
Koboltti (Co) (p)	8 (1-30)	20	100 (e)	250 (e)
Kromi (Cr)	31 (6-170)	100	200 (e)	300 (e)
Kupari (Cu)	22 (5-110)	100	150 (e)	200 (e)
Lyijy (Pb)	5 (0,1-5)	60	200 (t)	750 (e)
Nikkeli (Ni)	17 (3-100)	50	100 (e)	150 (e)
Sinkki (Zn)	31 (8-110)	200	250 (e)	400 (e)
Vanadiini (V)	38 (10-115)	100	150 (e)	250 (e)
<i>Muut epäorgaaniset</i>				
Syanidi (CN)		1	10	50
<i>Aromaattiset hiilivedyt</i>				
Bentseeni (p)		0,02	0,2 (t)	1 (t)
Tolueeni (p)			5 (t)	25 (t)
Etyylibentseeni (p)			10 (t)	50 (t)
Ksyleenit ³ (p)			10 (t)	50 (t)
TEX ⁴		1		
<i>Polyaromaattiset hiilivedyt</i>				
Antraseeni		1	5 (e)	15 (e)
Bentso(a)antraseeni		1	5 (e)	15 (e)
Bentso(a)pyreeni		0,2	2 (t)	15 (e)
Bentso(k)fluoranteeni		1	5 (e)	15 (e)
Fenantreeni		1	5 (e)	15 (e)
Fluoranteeni		1	5 (e)	15 (e)
Naftaleeni		1	5 (e)	15 (e)
PAH ⁵		15	30 (e)	100 (e)
<i>Polyklooratut bifenyylit (PCB) sekä polyklooratut dibentso-p-dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)</i>				
PCB ⁶		0,1	0,5 (t)	5 (e)
PCDD-PCDF-PCB ⁷		0,00001	0,0001 (t)	0,0015 (e)

Aine (symboli)	Kynnysarvo mg/kg	Alempi ohjearvo mg/kg	Ylempi ohjearvo mg/kg
<i>Klooratut alifaattiset hiilivedyt</i>			
Dikloorimetaani (p)	0,01	1 (t)	5 (t,e)
Vinyylikloridi (p)	0,01	0,01 (t)	0,01 (t)
Dikloorieteenit ³ (p)	0,01	0,05 (t)	0,2 (t)
Trikloorieteeni (p)	0,01	1 (e,t)	5 (e)
Tetrakloorieteeni (p)	0,01	0,5 (t)	2 (t)
<i>Klooribentseenit</i>			
Triklooribentseenit ³	0,1	5 (t)	20 (e)
Tetraklooribentseenit ³	0,1	1 (t)	5 (e)
Pentaklooribentseeni	0,1	1 (t)	5 (e)
Heksaklooribentseeni	0,01	0,05 (t)	2 (e)
<i>Kloorifenolit</i>			
Monokloorifenolit ³ (p)	0,5	5 (e,t)	10 (e)
Dikloorifenolit ³ (p)	0,5	5 (t)	40 (e)
Trikloorifenolit ³ (p)	0,5	10 (e,t)	40 (e)
Tetrakloorifenolit ⁴ (p)	0,5	10 (e,t)	40 (e)
Pentakloorifenoli (p)	0,5	10 (e,t)	20 (e)
<i>Torjunta-aineet ja biosidit</i>			
Atratsiini (p)	0,05	1 (e)	2 (e)
DDT-DDD-DDE ⁸	0,1	1 (e)	2 (e)
Dieldriini	0,05	1 (e)	2 (e)
Endosulfaani ⁹ (p)	0,1	1 (e)	2 (e)
Heptakloori	0,01	0,2 (t)	1 (e)
Lindaani (p)	0,01	0,2 (t)	2 (e)
TBT-TPT ¹⁰	0,1	1 (e)	2 (e)
<i>Öljyhiilivetyjakeet ja oksygenaatit</i>			
MTBE-TAME ¹¹	0,1	5 (t)	50 (t)
Bensiinijakeet (C5-C10 ¹²)		100	500
Keskisizeet (>C10-C21 ¹²)		300	1000
Raskaat öljyjakeet (>C21-C40 ¹²)		600	2000
Öljyjakeet (>C10-C40 ¹²)	300		